

⑤1

Int. Cl. 3:

**F 16 C 33/10**

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

F 16 C 33/14

**DEUTSCHES PATENTAMT**



①1

# **Offenlegungsschrift 29 17 856**

②1

Aktenzeichen:

P 29 17 856.1

②2

Anmeldetag:

3. 5. 79

④3

Offenlegungstag:

20. 11. 80

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

—

⑤4

Bezeichnung:

Hydrodynamisch geschmiertes Gleitlager mit nichtmetallischer Anpassungsschicht und Verfahren zu seiner Herstellung

⑦1

Anmelder:

Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200 Wiesbaden

⑦2

Erfinder:

Hodes, Erich, Dipl.-Chem. Dr., 6365 Rosbach; Sternisa, Danilo, Ing.(grad.), 6085 Nauheim

**DE 29 17 856 A 1**

2917856

# PATENTANWALT DIPL.-PHYS. HEINRICH SEIDS

62 Wiesbaden · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 12068 · Telefon (0 61 21) 56 53 82

Postcheck Frankfurt/Main 1810 08 - 602 · Bank Deutsche Bank 395 63 72 · Nass. Sparkasse 108 00 30 65

Glyco-Metall-Werke  
Daelen & Loos GmbH

Wiesbaden, den 30.4.1979  
G 459 S/rd

## P a t e n t a n s p r ü c h e

- 1) Hydrodynamisch geschmiertes Gleitlager aus einem metallischen Gleitlagerwerkstoff, versehen mit einer nichtmetallischen Anpassungsschicht zur Minderung der Startreibung und der Reibung im kritischen Arbeitsgebiet der Mischreibung, gekennzeichnet durch die Merkmale:
- 5
- a) die Anpassungsschicht (4) ist aus mindestens einem betriebstemperaturbeständigem, makromolekularem Kunststoff gebildet;
- 10
- b) mindestens ein Kunststoff der Anpassungsschicht (4) ist im Trockenzustand überwiegend selbstschmierend;
- c) die Anpassungsschicht (4) ist offenzellig mikroporös mit einer spezifischen Dichte von 50% bis 90%, vorzugsweise bei 75%, bezogen auf die Roh-
- 15
- dichte des Kunststoffs bzw. Kunststoffgemisches der Anpassungsschicht, ausgebildet;
- d) Die Anpassungsschicht (4) ist in einer Dicke von 0,005 mm bis 0,05 mm, vorzugsweise bei 0,01 mm, hergestellt.

030047/0024

- 2 -

- 2) Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) vor der Montage mit flüssigem Schmiermittel getränkt, vorzugsweise vakuumgetränkt ist.
- 5      3) Gleitlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) vor der Montage des Lagers bzw. vor dem Tränken mit flüssigem Schmiermittel einer Epilamisierung unterworfen worden ist.
- 10      4) Gleitlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kunststoff der Anpassungsschicht (4) kapillaritätssteigernde Zusätze beigegeben und in einem flüssigen Schmiermittel enthalten sind, mit dem die Anpassungsschicht (4) getränkt ist.
- 15      5) Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) im wesentlichen aus thermoplastischem, jedoch betriebstemperaturbeständigem Kunststoff gebildet ist.
- 20      6) Gleitlager nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) mit einem maximal mit Hochdruck-Additiven (EP-Zusätzen),

030047/0024

ORIGINAL INSPECTED

vorzugsweise 5% Massenanteile TPPT (Thiophosphorsäure-O,O,O-Triphenylester) angereichertem flüssigen Schmiermittel getränkt ist.

5 7) Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) im wesentlichen aus duroplastischem Kunststoff gebildet ist.

10 8) Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) im wesentlichen aus einem betriebstemperaturbeständigen Gemisch von thermoplastischem und duroplastischem Kunststoff gebildet ist.

15 9) Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) ein oder mehrere Festschmiermittel aus der Gruppe:  
Graphit, Molybdänsulfid, Sonderkreide, PTFE in Faser- und bzw. oder Pulverform enthält.

20 10) Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) aus einem aufgeschäumten Gemisch von PTFE und Polyimid gebildet ist.

- 11) Gleitlager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kunststoffgemisch der Anpassungsschicht (4)  
zu in gleichen Volumenanteilen PTFE und Polyimid  
enthält.
- 5 12) Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4) aus  
einem aufgeschäumten Gemisch von PTFE (5) und  
Polyimidamid (6) gebildet ist.
- 10 13) Gleitlager nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kunststoffgemisch der Anpassungsschicht (4)  
zu im wesentlichen gleichen Volumenanteilen PTFE (5)  
und Polyimidamid (6) enthält.
- 15 14) Gleitlager nach einem der Ansprüche 10 bis 13, da-  
durch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschicht (4)  
aus PTFE-Polyimid-Gemisch bzw. aus PTFE-Polyimidamid-  
Gemisch auf der Oberfläche einer AlSn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>CuI-Gleit-  
schicht (3) angebracht ist.
- 20 15) Verfahren zum Herstellen von Gleitlagern nach einem  
der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,  
dass auf die Oberfläche der metallenen Gleitschicht  
von Gleitlagerelementen oder Gleitlager-Schichtwerk-  
stoff eine Schicht aus einem Gemisch aus schäumbarem  
Kunststoff, Festschmiermittel und Schäummittel

- 5 -

in vorher festgelegter, gleichmässiger Dicke aufgebracht und anschliessend unter Einwirkung von Wärme unter Vernetzung der Kunststoffkomponente bzw. Kunststoffkomponenten um ein vorher festgelegtes Maß aufgeschäumt wird.

- 5
- 16) Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Suspension von aufschäumbarem Kunststoff und Festschmiermittel mit einer dem gewünschten Aufschäumgrad entsprechenden Menge von Treibmittel versetzt und auf die Oberfläche der metallenen Gleitschicht gesprüht wird und dass das Vernetzen und Aufschäumen bei einer Temperatur erfolgt, bei der vollständige Aktivierung des Treibmittels sichergestellt wird.
- 10
- 17) Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass einer Dispersion von PTFE und Polyimid in im wesentlichen gleichen Volumenanteilen 0,5% Volumenanteil Azodicarbonamid (bezogen auf die Gesamtvolumenanteile des PTFE-Polyimid-Gemisches) als gasabspaltendes Treibmittel beigegeben und das Vernetzen und Aufschäumen bei mindestens 220°C ausgeführt wird.
- 15
- 20

- 18) Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,  
dass einer niedrig-viskosen Dispersion mit im  
wesentlichen gleichen Volumenanteilen von PTFE und Poly-  
imidamid 1% Volumenanteil (bezogen auf die Gesamt-  
volumenanteile PTFE-Polyimidamid eines Fluor-Kohlen-  
wasserstoffes) als gasabspaltendes Treibmittel bei-  
gegeben und das Vernetzen und Aufschäumen bei einer  
Temperatur von etwa 250°C vorgenommen wird.
- 19) Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, da-  
durch gekennzeichnet, dass das Gleitlagerelement bzw.  
der Gleitlager-Schichtwerkstoff beim Besprühen mit  
einer Kunststoff-Treibmittel-Dispersion auf erhöhter  
Temperatur, jedoch unterhalb der Aktivierungstempe-  
ratur des Treibmittels gehalten wird und das vorzugs-  
weise elektrostatische Besprühen unter Ablüften der  
flüssigen Phase der Dispersion erfolgt.
- 20) Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Ablüften der flüssigen Phase  
der Dispersion anschliessend an die Beschichtung  
der Gleitschicht und gleichzeitig mit dem Aktivieren  
des Treibmittels erfolgt und dass das Vernetzen  
des Kunststoffs danach durchgeführt wird.

- 7 -

- 21) Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Besprühen der Innenfläche zylindrischer oder teilzylindrischer Werkstücke nach Bildung einer zylindrischen Säule aus Werkstücken, diese Werkstücksäule um ihre Zylinderachse in Rotation versetzt und die Kunststoff-Treibmittel-Dispersion im Bereich der Zylinderachse in die Werkstücksäule eingeführt wird.
- 22) Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoff-Treibmittel-Dispersion mittels einer axial und zentrisch in der Werkstücksäule angeordneten Lanze mit seitlichen Düsen im wesentlichen radial gegen die Innenfläche der rotierenden Werkstücksäule gesprüht wird.
- 23) Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablüften des Dispersions-Trägermedium gleichzeitig mit dem Aufsprühen oder anschließend an das Aufsprühen aus der gebildeten Kunststoffsicht an der rotierenden Werkstücksäule ausgeführt wird.
- 24) Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Vernetzen des Kunststoffs



und das Aktivieren des Treibmittels bei rotierender Werkstücksäule ausgeführt werden.

25) Verfahren nach Anspruch 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die rotierende Werkstücksäule durch eine Mehrzahl von Behandlungsstationen geführt wird, zu-

5

mindest

a) eine Reinigungsstation in der zu beschichtenden Innenfläche vorbehandelt bzw. gereinigt wird,

b) eine Beschichtungsstation, in der die Werkstück-

10

säule an der Innenfläche mit der Kunststoff-Treibmittel-Dispersion besprüht und ggf. von aussen aufgewärmt bzw. auf der Temperatur von ca. 90°C bis 130°C gehalten und die Dispersionsflüssigkeit abgelüftet wird,

c) eine Trocknungsstation, in der die Werkstück-

15

säule auf 90°C bis 130°C vorgewärmt wird,

d) eine Heizstation, in der die Werkstücksäule auf die gewünschte Vernetzungs- und Aufschäumtemperatur gebracht und über einen gewünschten Zeitraum gehalten wird,

20

e) eine Abkühlstation, und

f) ggf. eine oder mehrere Nachbehandlungsstationen, in denen beispielsweise die auf der Innenfläche der Werkstücksäule gebildete mikroporöse An-

2917856

Dipl.-Phys. Heinrich Seids · Patentanwalt · 6200 Wiesbaden 1 · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 51 05 · ☎ (0 61 21) 56 53 82

- 9 -

passungsschicht durch Besprühen epilamisiert und  
bzw. oder mit einem flüssigen Schmiermittel  
getränkt wird.

030047/0024  
ORIGINAL INSPECTED

Dipl.-Phys. Heinrich Seids · Patentanwalt · 6200 Wiesbaden 1 · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 51 05 · ☎ (0 61 21) 56 51

Wiesbaden, den 30.4.1979  
- 10 - G 459 S/rd

Glyco-Metall-Werke  
Daelen & Loos GmbH  
6200 Wiesbaden

=====

Hydrodynamisch geschmiertes Gleitlager mit nicht-  
metallischer Anpassungsschicht und Verfahren zu  
seiner Herstellung

=====

Die Erfindung bezieht sich auf Werkstücke, insbesondere  
Gleitlager, welche im Betriebszustand überwiegend hydro-  
dynamisch geschmiert sind, aber beim Starten und Anhalten  
für kurze Momente zwangsläufig das Gebiet der Misch-  
5 reibung durchwandern, und mit einer dünnen, nicht-metalli-  
schen Anpassungsschicht versehen sind.

Im allgemeinen wird bei jedem Starten oder Abschalten  
einer hydrodynamisch geschmierten Lagerstelle die Zone  
der Mischreibung durchschritten. Hierbei kommt es zu  
10 direktem partiellem Kontakt zwischen Gleitlagerwerkstoff  
und Wellenwerkstoff. Dadurch entsteht in Abhängigkeit  
der Belastung ein mehr oder minder starker Verschleiss  
der Paarungspartner. Bei Gleitlagern ist gewöhnlich ein

030047/0024

COPY

ORIGINAL INSPECTED

Anpassungsvorgang notwendig, um bei neuen, jungfräulichen Lagerpaarungen eine Angleichung der Mikrogeometrien zwischen Welle und Lager herbeizuführen, d.h. die bei der Bearbeitung an den Grenzflächen entstehenden  
5 Rauheitsspitzen oder die geometrischen Ungenauigkeiten durch programmierten bzw. gesteuerten Verschleiss zu glätten und somit den Traganteil des Gleitelements und damit die zulässige mechanische Belastungsgrenze zu erhöhen. Hierbei ist die für diesen Vorgang benötigte  
10 Zeit bisher vorwiegend von den Eigenschaften des tribologischen Systems "Gleitlagerwerkstoff/Wellenwerkstoff/Schmierstoff" abhängig.

Es ist bekannt, dass durch den Einsatz galvanischer Überzüge für hoch zu belastende, einbaufertige Lager-  
15 schalen für Verbrennungskraftmaschinen, sogenannte Dreistofflager, vorbeugende Anpassungsvorgänge, z.B. für PKW-Motoren, praktisch entfallen, während bei Dieselmotoren im Bereich von 370 bis 1580 kW die Anpassungszeit von 20 bis 30 Stunden auf 2 bis 5 Stunden herabgesetzt werden konnte. Bei Dreistofflagern wird in der  
20 Regel auch eine Basisschicht, bestehend z.B. aus Kupfer- oder Aluminiumlegierungswerkstoffen, ein duktiler galvanischer Überzug in einer Schichtdicke von 0,015 bis 0,040 mm, üblicherweise maßgalvanisch, d.h. ohne  
25 nochmalige nachträgliche mechanische Bearbeitung, aufge-

bracht.

Die Anpassungsfähigkeit der relativ weichen, duktilen Galvanikschicht begünstigt den Anpassungsvorgang und erhöht sowohl die Widerstandsfähigkeit des Gleitlagers  
5 gegen Verschweissen mit der Welle als auch die Benetzbarkeit mit Schmiermitteln. Die galvanischen Überzüge bestehen entweder aus Blei-Indium, Blei-Zinn oder auch aus Blei-Zinn-Kupfer.

Es ist auch bekannt, dass nicht-metallische Isolierschichten, die den Lagerwerkstoff und den Wellenwerkstoff voneinander trennen, bei Mischreibung von besonderem  
10 Vorteil sind, weil <sup>sich</sup> durch sie eine zur Verschweissung führende Bildung von Adhäsionsbrücken und somit eine Materialermüdung durch hohe Scherkräfte vermeiden lassen.

15 Man kann derartige nicht-metallische Isolierschichten dadurch schaffen, dass man von vornherein an der freien Oberfläche der Gleitschicht die in der Gleitschicht enthaltenen Metalle innerhalb einer dünnen Schicht in Metallsulfide, Metallchloride oder Metallphosphate überführt  
20 (vergl. DE-OS 22 34 558). Man versucht auch solche nicht-metallische Isolierschichten dadurch nachträglich zu bilden, dass man sog. EP-Zusätze zum Schmiermittel gibt, die den beim Abtragen von Rauheitsspitzen auftretenden chemisch-mechanischen Vorgang dahin steuern,

dass durch chemische Reaktion der Additive mit den Werkstoffen der Lagerstelle Metallsulfide, Metallchloride oder Metallphosphate gebildet werden, und so nach und nach eine nicht-metallische Isolierschicht aufgebaut wird.

Die Tendenz im Motorenbau zu geringeren Leistungsgewichten bringt es mit sich, dass die Gleitlager mit abnehmenden Lagerbreiten zunehmenden Belastungen ausgesetzt werden. Diese zunehmenden Belastungen führen zur Verminderung der Lagerschmierspalten. Erreichen die Abmessungen der minimalen Lagerschmierspalte den Bereich der Oberflächenrauigkeit, so tritt zwangsläufig statt rein hydrodynamischer Schmierung Mischreibung auf. Die mit zunehmenden Belastungen auftretende vermehrte Mischreibung hat aber zur Folge, dass die bisherigen Maßnahmen, und zwar auch die Schaffung nicht-metallischer Isolier- und Anpassungsdichten nicht mehr ausreichen. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, auf Mischreibung beanspruchte Werkstücke, insbesondere hydrodynamisch geschmierte Gleitlager, mit verbesserter Anpassungsschicht auszustatten, die auch bei erhöhter Belastung und vermehrt auftretender Mischreibung verbesserte Eigenschaften in Bezug auf Abrieb und Anpassung der Elemente der Lagerpaarung bietet.

030047/0024

ORIGINAL INSPECTED

- 14 -

Dies wird erfindungsgemäss durch die Benutzung der folgenden Merkmale erreicht:

- a) die Anpassungsschicht ist aus mindestens einem betriebstemperaturbeständigen, makromolekularem Kunststoff gebildet;
- b) mindestens ein Kunststoff der Anpassungsschicht ist im Trockenzustand überwiegend selbstschmierend
- c) die Anpassungsschicht ist offenzellig mikroporös mit einer spezifischen Dichte von 50% bis 90%, vorzugsweise bei 75%, bezogen auf die Rohdichte des Kunststoffs bzw. Kunststoffgemisches der Anpassungsschicht, ausgebildet; und
- d) die Anpassungsschicht ist in einer Dicke von 0,005 mm bis 0,05 mm, vorzugsweise bei 0,01 mm, hergestellt.

Die so gebildete selbstschmierende, mikroporöse Trennschicht vermindert bzw. verhindert Trockenreibung und Verschweissen von metallischen Flächen. Das Werkstück kann bevorzugt ein hydrodynamisch geschmiertes Gleitlagerelement sein, dessen Basisschicht z.B. durch eine Kupfer-Blei-Zinn-Legierung oder durch eine harte Nickel-Zinn-Legierung oder auch durch eine sog. Dispersionslegierung (mit in festem Zustand ineinander unlöslichen metallischen Legierungsbestandteilen), beispielsweise eine Aluminium-Blei-Legierung, gebildet ist. Bei solchen

030047/0024

BAD ORIGINAL COPY

Werkstücken wird durch die Erfindung anstelle einer bisherigen galvanisch aufgetragenen Anpassungsschicht auf der Oberfläche eine gleichmässige, poröse, dünne, mit flüssigen Schmiermitteln getränkte, schützende Schicht  
5 gebildet zur Verminderung des Verschleisses und der Reibung sowie zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit. Dadurch werden solche Werkstücke geeignet, bei hohen Gleitgeschwindigkeiten und hohen Belastungen, insbesondere im Gebiet der Mischreibung, ohne Komplikationen  
10 zu überstehen.

Die Anforderungen an die Schmiermittel, die zur Kunststoffschmierung im Gebiet der Mischreibung verwendet werden, sind im allgemeinen die gleichen wie bei der Schmierung der klassischen Gleitwerkstoffen. Es wird somit durch  
15 die Erfindung keine Änderung an den zu verwendenden Schmiermitteln erforderlich.

Um das Werkstück, insbesondere das Gleitlager von vornherein mit seiner Anpassungsschicht voll wirksam werden zu lassen, kann es daher bereits vor der Montage mit  
20 flüssigem Schmiermittel getränkt, vorzugsweise vakuumgetränkt sein.

030047/0024

COPY

ORIGINAL INSPECTED



Eine Besonderheit bei Kunststoffen ist jedoch die geringe Tropfenfestigkeit der flüssigen Schmiermittel auf den Kunststoffoberflächen. Untersuchungen haben eindeutig gezeigt, dass zu geringe Tropfenfestigkeit der Schmiermittel auf den Oberflächen für das Verschwinden der Schmiermittel aus der Gleitstelle verantwortlich ist. Dem kann im Rahmen der Erfindung dadurch entgegengewirkt werden, dass die Anpassungsschicht vor der Montage des Lagers bzw. vor dem Tränken mit flüssigem Schmiermittel einer Epilamisierung unterworfen worden ist. Man kann auch dadurch Abhilfe gegen zu geringe Tropfenfestigkeit der flüssigen Schmiermittel der Kunststoff-Anpassungsschicht dadurch vorbeugen, dass dem Kunststoff der Anpassungsschicht kapillaritätssteigernde Zusätze beigegeben sind. Man kann solche kapillaritätssteigernde Zusätze auch dem flüssigen Schmiermittel begeben, mit dem die Anpassungsschicht vor dem Montieren des Werkstück getränkt wird. Obwohl die erfindungsgemäße dünne Anpassungsschicht aus selbstschmierenden, organisch-chemischen, makromolekularen Verbindungen gezielt offenzellig, mikroporös hergestellt ist und ansich schon geeignet ist, nennenswerte Mengen von bei der hydrodynamischen Schmierung zugeführtem flüssigem Schmiermittel zurückzuhalten und bei Mischreibung zur Verfügung zu stellen, ist es manchmal angebracht, die vorhandenen Kapillareigenschaften durch die oben angegebenen Möglichkeiten noch zu steigern

030047/0024

COPY

ORIGINAL INSPECTED

Vorteilhaft hat sich ebenso überraschenderweise gezeigt,  
die Tränkung durch flüssige, mit EP-Zusätzen hoch ange-  
reicherte Schmiermittel vorzunehmen, beispielsweise solche  
mit 5% Massenanteilen TPPT (Thiophosphorsäure-O,O,O-Tri-  
5 phenylester) angereichertem flüssigen Schmiermittel vor-  
zunehmen, damit sich beim ersten Anlassen der jungfräuli-  
chen Gleitlagerstelle - durch die bei hohem Druck und  
hoher Temperatur aggressiv werdenden Wirkstoffe - eine  
druckfeste, nicht-metallische Trennschicht von höherer  
10 Scherfestigkeit in Form von Metallchloriden, Metall-  
phosphaten oder Metallsulfiden auf dem Wellenzapfen auf-  
baut.

Eine weitere bemerkenswerte Verbesserung der Anpassungs-  
schicht wird erfindungsgemäss dadurch erzielt, dass  
15 die hochdruckfesten Schmiermittelzusätze direkt in die  
dünne, mikroporöse, selbstschmierende Schicht aus  
organisch-chemischen, makromolekularen Verbindungen  
inkorporiert werden. Die aggressiv werdenden Wirkstoffe  
werden im Notfall, z.B. bei Korn-Gleitverschleiss durch  
20 Abrieb sofort an der benötigten Stelle freigesetzt,  
so dass damit ein weiterbildender Verschleiss und insbe-  
sondere ein Fressen oder gar Festfressen weitgehend ver-  
mieden wird.

Zur Herstellung von dünnen, offenzelligen, mikroporösen Schichten aus organisch-chemischen, makromolekularen Verbindungen kommen für den Begasungsvorgang bekannte handelsübliche physikalische und chemische Treibmittel  
5 in Betracht, wie z.B. Kohlenwasserstoffe, Chlor-Kohlenwasserstoffe, Chlor-Fluor-Alkane, Fluor-Kohlenwasserstoffe, Azoverbindungen, N-Nitrosoverbindungen und Sulfonylhydrozide, evtl. unter Hinzunahme von Kickern, Keimbildnern und Porenreglern.

10 Als organisch-chemische, makromolekulare Verbindungen kommen sowohl thermoplastische als auch duroplastische Kunststoffe in Betracht, welche üblicherweise für Antifriktionswerkstoffe Verwendung finden.

15 Die erfindungsgemäße Anpassungsschicht kann auch Füllsto enthalten. Als solche Füllstoffe können die herkömmlichen Zusätze zur Minderung der Temperatur, der Reibung und des Verschleisses und zur Steigerung der Festigkeit je nach Bedarfsfall ausgewählt werden.

20 Zahlreiche Test unter erschwerten Bedingungen an hydrodynamisch geschmierten Gleitlagerschalen mit einer erfindungsgemäss getränkten offenzelligen, mikroporösen,

030047/0024

COPY

selbstschmierenden Anpassungsschicht aus organischen, makromolekularen Verbindungen, welche je nach Bedarf frei oder angereichert sind mit Zusätzen zur Minderung von Temperatur, Reibung oder Verschleiss und zur Steigerung der Festigkeit, haben eindeutig gezeigt, dass diese nicht-metallische Anpassungsschicht den gleichen hohen Belastungen (Lagerdrücke) und Gleitgeschwindigkeiten, welche im hydrodynamischen Bereich in Verbrennungskraftmaschinen mit Einspritzung oder Turboaufladern auftreten, ausgesetzt werden kann, aber im Mischreibungsgebiet metallischen Schichten in Bezug auf Reibung, Verschleiss und Temperatur überlegen ist, selbstverständlich mit der Massgabe, dass durch die Wahl der nicht-metallischen Werkstoffe der Anpassungsschicht und der metallischen Werkstoffe der Basisschicht eine optimale Haftung in der Grenzzone gewährleistet ist.

Die Verbesserung im Mischreibungsgebiet ist vorwiegend darauf zurückzuführen, dass in diesem Bereich die Gleitgeschwindigkeit und ebenso die Belastung im Vergleich zum Betriebszustand geringer sind und somit besser von nicht-metallischen Werkstoffen mit Trockenschmiereigenschaften und getränkter offenzelliger, mikroporöser Struktur aufgenommen werden können.

Ein besonderer Vorteil dieser Erfindung ist darin zu sehen, dass die Herstellung von diesen nicht-metallischen Anpassungsschichten im Vergleich zur Herstellung von maßgalvanischen metallischen Anpassungsschichten  
5 erstens einen wesentlich geringeren Investitionskapitaldienst verlangt, aber nachher vor allem geringere Herstellungskosten verursacht. Obwohl die Herstellung dieser erfindungsgemässen Anpassungsschichten vorerst labor-  
10 mässig noch erhebliche Aufwendungen verlangt, haben vorsichtige Kalkulationen einwandfrei beachtliche Einsparungen sichtbar gemacht.

Es war für den durchschnittlichen Fachmann nicht auf der Hand liegend, bekannte getränkte, mikroporöse Gleitwerkstoffe, hergestellt aus organischen, makro-  
15 molekularen Verbindungen, welche gewöhnlich im Trockenschmierbereich bei geringer Belastung und mittlerer Gleitgeschwindigkeit erfolgreich angewendet werden, ebenso für den hydrodynamischen Betrieb und somit für den Mischbetrieb wirtschaftlich zu verwerten.

20 Für die Herstellung von Zellstrukturen werden Treibmittel verwendet. Es handelt sich hierbei um Substanzen anorganischer und organischer Natur, die sich bei erhöhter Temperatur oder durch chemische Reaktion zersetzen, wobei mindestens einer der Reaktionsprodukte

03004770024

ORIGINAL INSPECTED

gasförmig ist.

Zunächst hat man sich der einfachsten, gasabspaltenden Verbindungen, wie z.B. Natriumbicarbonat, Ammoniumcarbonat und Ammoniumnitrit, bedient. Diese Treibmittel wiesen jedoch eine schlechte Verteilbarkeit und daraus resultierende unregelmässige Porenstruktur auf.

Mit dem Aufkommen der rein organischen, stickstoffabspaltenden Treibmittel hat man die Nachteile der anorganischen Treibmittel beheben können. Die Anforderungen an das Treibmittel hinsichtlich seines Verhaltens und seiner Eigenschaften lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1) Das Treibmittel soll sich gut einarbeiten lassen und sich völlig homogen verteilen, um Ungleichmässigkeiten der Zellenstruktur zu vermeiden.
- 2) Die Zersetzung des Treibmittels muss in einem bestimmten, nicht zu grossen Temperaturintervall ablaufen und der Verarbeitungstemperatur bzw. Sinter-temperatur und der thermischen Beanspruchung des eingesetzten Grundwerkstoffes entsprechen.
- 3) Die Gasabspaltung darf nicht zu spontan erfolgen, um Schädigungen des Grundwerkstoffes zu vermeiden.

Ausserdem soll die Reaktion nicht zu schnell ablaufen, damit ein Wärmestau vermieden wird, der möglicherweise negative Auswirkungen auf das Material haben könnte.

- 5      4) Das sich von der organischen Verbindung abspaltende Gas soll möglichst aus Stickstoff bestehen und keine explosiven Bestandteile enthalten.
- 5) Das Treibmittel und die Zersetzungsprodukte sollen physiologisch unbedenklich sein, die Stabilität des
- 10      Werkstoffes nicht ungünstig beeinflussen und nicht korrodierend wirken.
- 6) Die Zersetzungsrückstände sollen mit dem Werkstoff verträglich sein.
- 7) Das Treibmittel soll eine hohe Gasausbeute haben
- 15      und wirtschaftlich in der Verarbeitung sein.

Von den zur Verfügung stehenden Treibmitteln hat nur eine geringe Anzahl wirtschaftliches Interesse erlangt. Im wesentlichen handelt es sich um Derivate folgender Verbindungsklassen:

- 20      1. Azoverbindungen       $R - N = N - R'$
2. Sulfohydrozide       $R - SO_2 - NH - NH_2$
3. N-Nitrosoverbindungen       $R - \underset{\substack{| \\ NO}}{N} - R'$

030047/0024

ORIGINAL INSPECTED

Von den geprüften Treibmitteln hat sich das Azodicarbonamid  $\text{H}_2\text{N} - \underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{C}}} - \text{N} = \text{N} - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} \text{NH}_2$  als am geeignetsten erwiesen.

5 Mit einer Gesamtausbeute von  $220 \text{ m}^3 \text{ Gas/g}$  ist es das wirtschaftslichste aller handelsüblichen Treibmittel, ausserdem sind seine Rückstände gesundheitlich unbedenklich.

10 Mit  $210^\circ\text{C}$  weist das Azodicarbonid eine Zersetzungstemperatur auf, die den Sinterbedingungen der verwendeten organischen, makromolekularen Verbindungen des Gleitwerkstoffes nahe kommt, so dass keine Schädigung zu befürchten ist. Ausserdem ist bei der gewählten Sinter-  
15 temperatur gewährleistet, dass das Treibmittel optimal ausgenutzt ist.

Zum besseren Verständnis wird auf die beigelegte Zeichnung und auf die im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele Bezug genommen. Es zeigen:

20 Fig. 1 eine erfindungsgemässe Gleitlagerschale in perspektivischer Darstellung und

Fig. 2 einen stark vergrösserten Schnitt durch die Anpassungsschicht.



Die in Figur 1 gezeigte Gleitlagerschale ist aus Verbundwerkstoff hergestellt und weist einen Lagerrücken 1 aus Stahl, eine Zwischenschicht 2 aus Lagermetall mit Notlaufeigenschaften, beispielsweise aus Aluminiumlegierung und eine eigentliche Gleitschicht 3 aus einbettfähigem Metall, beispielsweise einer Legierung AlSn<sub>2</sub>O<sub>2</sub>Cu, auf. Auf der Gleitschicht 3 ist die erfindungsgemässe Anpassungsschicht angebracht, die in Figur 2 vergrößert im Schnitt dargestellt ist. In diesem dargestellten Beispiel ist die Anpassungsschicht 4 eine offenzellige mikroporöse Schicht, die durch Aufschäumen eines Gemisches von PTFE-Teilchen 5 und vernetztem Polyimid oder Polyimidamid 6 gebildet ist. Die in der Anpassungsschicht 4 gebildeten Mikroporen 7 sind zur Aufnahme von flüssigem Schmiermittel geeignet. Um die Neigung des flüssigen Schmiermittels zum Spreiten an der Kunststoffoberfläche zu beheben oder zumindest wesentlich zu vermindern, ist die Oberfläche der Anpassungsschicht 4 einer Epilamisierung unterworfen worden

Anstelle der oben beispielshalber genannten Zusammensetzungen der Schichten kommen auch jegliche andere Möglichkeiten in Betracht. So kann beispielsweise der Lagerrücken 1 aus Aluminium bzw. Aluminiumlegierung bestehen, die Zwischenschicht 2 kann beispielsweise auch aus sonstigem Lagermaterial mit Notlaufeigenschaften

030047/0024

bestehen, beispielsweise aus Blei-Bronze. Die Gleit-  
schicht kann beispielsweise auch aus Weißmetall oder  
sonstiger geeigneter Lagerlegierung bestehen. Anstelle  
des Aufbaus der Anpassungsschicht 4 aus PTFE und Poly-  
imid oder Polyimidamid könnte beispielsweise auch eine  
5 offenzellige, mikroporöse Polyimidschicht oder Polyimid-  
amidschicht vorgesehen sein, in die Festschmiermittel,  
wie Molybdändisulfid, Sonderkreide, Graphit oder der-  
gleichen eingebettet ist.

10 Beispiel 1:

Zur Herstellung einer offenzelligen, mikroporösen,  
dünnen, selbstschmierenden Anpassungsschicht, insbe-  
sondere für Gleitlager, wird als Tragkörper eine me-  
chanisch fertig bearbeitete Lagerschale, bestehend  
15 aus Schichtwerkstoff mit einer Gleitschicht aus  
AlSn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>CuI, verwendet.

Als Sprühmaterial wird z.B. eine niedrig-viskose Dis-  
persion mit etwa gleichen Volumenanteilen PTFE-Poly-  
imidamid benutzt.

20 Als gasabspaltendes Treibmittel wird 0,5% Volumenanteil  
Azodicarbonamid (bezogen auf die Gesamtvolumenanteile  
des PTFE-Polyimidgemisches) unter Verwendung eines  
schnellaufenden Rührwerkes zur gleichmässigen Verteilung

des pulvrigen Treibmittels der Dispersion beigemischt.

Zur rationellen Handhabung werden mehrere Lagerschalen  
als zylindrische Säule in eine Haltevorrichtung montiert  
und vorerst eine sorgfältige Vorbehandlung zwecks  
5 Oberflächenreinigung in Dampf oder im Bad angewendet.

Im folgenden Arbeitsgang werden die Lagerschalen ge-  
trocknet und auf  $90^{\circ}$  bis  $130^{\circ}\text{C}$  vorgewärmt, damit im  
darauf folgenden Sprühvorgang die flüssige Phase der  
Dispersion sofort abgelüftet wird. Während des Sprüh-  
10 vorganges wird die Lagerschalensäule in Rotation ge-  
setzt, so dass eine gleichmässige Schichtdicke gebildet  
wird.

Zur Beschichtung wird eine Lanze mit seitlich angeord-  
neten Sprühdüsen in die rotierende zylindrische Werk-  
15 stücksäule eingeführt. Hiermit wird die den Kunststoff  
und das Treibmittel enthaltende Dispersion im wesentliche  
radial gegen die rotierende Innenfläche der Werkstück-  
säule gesprüht und dabei dort gleichmässig verteilt und  
durch die Zentrifugalkräfte auch in gleichmässiger  
20 Verteilung an der Innenfläche der Werkstücksäule fest-  
gehalten. Gleichzeitig mit dem Beschichten kann auch  
die Werkstücksäule von aussen induktiv geheizt werden,  
so dass mit dem Beschichten auch das ständige Ablüften

030047/0024

COPY

der flüssigen Phase der Dispersion durchgeführt werden kann.

Nach der Beschichtung wird die Vernetzung bei einer Temperatur von mindestens 220°C durchgeführt, damit  
5 sichergestellt ist, dass das Treibmittel vollständig aktiviert wird. Auch die Vernetzung und die Aktivierung des Treibmittels können an der rotierenden Werkstücksäule ausgeführt werden, indem man die Werkstücksäule stärker beheizt. Schliesslich kann man auch noch einen  
10 oder mehrere Arbeitsgänge als Nachbehandlung der gebildeten mikroporösen Anpassungsschicht an der rotierenden Werkstücksäule vornehmen, beispielsweise die Epilamierung und das Tränken mit flüssigem Schmiermittel, indem man ähnlich wie beim Beschichten die Innenfläche  
15 der rotierenden Werkstücksäule mit den jeweiligen Mitteln besprüht.

Die oben erläuterten, an der rotierenden Werkstücksäule auszuführenden Arbeitsgänge können nacheinander in ein und derselben Station ausgeführt werden. Man kann  
20 aber auch die rotierende Werkstücksäule durch eine Mehrzahl von Behandlungsstationen führen, beispielsweise zunächst in eine Reinigungsstation, in der die oben genannte Vorbehandlung und Oberflächenreinigung

in Dampf oder dergleichen erfolgt, anschliessend in eine  
Trockenstation, in der das oben erwähnte Vorwärmen  
erfolgt, anschliessend in eine Beschichtungsstation,  
dann in eine Heizstation, anschliessend in eine Abkühl-  
5 station und schliesslich in eine oder mehrere Nachbe-  
handlungsstationen.

Es ist aber auch möglich, das Vernetzen des Kunststoffes  
an der Innenbeschichtung der Werkstücke chargenweise  
zu einem späteren Zeitpunkt auszuführen. Ebenso können  
10 die evtl. Epilamisierung und das Tränken der Anpassungs-  
schicht mit flüssigem Schmiermittel später durchgeführt  
werden, wobei es sich dann empfiehlt, das Tränken mit  
flüssigem Schmiermittel unter Vakuum vorzunehmen.

Nach dem oben beschriebenen beispielhaften Arbeitsver-  
15 fahren werden labormässig reproduzierbare, gleichmässige,  
mikroporöse Schichten in Dicken von 0,005 mm bis 0,030 mm,  
vorzugsweise 0,010 mm erzeugt und in gewünschter Weise  
nachbehandelt.

Vergleichende Versuche zwischen Gleitlagern, gefertigt  
20 nach dem erfindungsgemässen Beispiel 1 mit verschiedenen  
Volumenanteilen gasabspaltender Treibmittel ohne Schmier-  
mittelzusatz als Trockenlagerwerkstoff gegenüber einer

030047/0024

ORIGINAL INSPECTED

Beschichtung ohne mikroporösen Schichtaufbau, brachten überraschenderweise eine wesentlich bessere Verschleissfestigkeit.

Bei der Versuchsdurchführung betrug:

- 5 die Gleitgeschwindigkeit  $100 \text{ min}^{-1} \approx 0,523 \text{ m.s}^{-1}$   
die statische Belastung  $\approx 700 \text{ N}$   
die spezifische Belastung  $\approx 8,9 \text{ N/mm}^2$   
der PV-Wert  $4,68 \text{ N.mm}^2 \cdot \text{m.s}^{-1}$   
und Prüfplättchen  $\varnothing 10 \text{ mm}$

- 10 der Gegenläufer hatte  
eine Walze  $\varnothing 100 \text{ mm}$   
mit einer Härte von  $60 \text{ HRC}$   
und einer Rauigkeit von  $R_t 2,04 : R_a 0,17 : R_z 1,60$ .

- Die Verschleissrate betrug nach 10 Minuten Einschaltdauer  
15 bei Zugabe von

2 Volumenanteilen Treibmittel	0,025 mm
1 Volumenanteil Treibmittel	0,015 mm
0,5 Volumenanteil Treibmittel	0,007 mm
ohne Volumenanteil Treibmittel	0,060 mm

Nach vorheriger einmaliger Tränkung der porösen Schicht ist nach 10 Minuten Einschaltdauer kein messbarer Verschleiss festzustellen. Erst nach 30 Minuten konnte ein Verschleiss von 0,002 mm für die poröse Schicht mit 2 Volumenanteilen Treibmittel gemessen werden.

Beispiel 2:

Zur kontinuierlichen Herstellung eines Schichtwerkstoffes mit einer offenzelligen, mikroporösen, dünnen Deckschicht zur Weiterverarbeitung in Gleitlagern, insbesondere Axialgleitlagern (Anlaufscheiben) und Gleitlagerbuchsen, wird als Trägerwerkstoff z.B. ein mechanisch fertig bearbeiteter band- bzw. streifenförmiger Gleitlagerschichtwerkstoff St/AlSn<sub>2</sub>O<sub>2</sub>Cu<sub>1</sub> verwendet.

Als Sprühmittel wird z.B. eine niedrig-viskose Dispersion mit etwa gleichen Volumenanteilen PTFE-Polyimidamid benutzt und mit 1% Volumenanteil (bezogen auf die Gesamtvolumenanteile des PTFE-Polyimidamid) eines Fluor-Kohlenwasserstoffes als gasabspaltendes Treibmittel (Kaltron 11 versetzt. In einem geschlossenen Vorratsbehälter werden die beiden Komponenten fortwährend in Bewegung gehalten und von einer Pumpe zu einer elektrostatischen Durch-

lauf-Beschichtungsanlage gefördert.

Der zu beschichtende bandförmige Schichtwerkstoff  
wird zuerst gereinigt, getrocknet und auf etwa 90°  
bis 130°C vorgewärmt, bevor die elektrostatische Be-  
5 schichtung durchgeführt wird.

Anschliessend an die Beschichtung wird die flüssige  
Phase der Dispersion bei gleichzeitiger Aktivierung  
des Treibmittels abgelüftet und bei einer Temperatur  
von etwa 250°C in einer temperaturgeregelten Durch-  
10 laufofenanlage vernetzt.



-32-  
Leerseite

-33-  
2917856

Nummer: 29 17 856  
Int. Cl.2: F 16 C 33/10  
Anmeldetag: 3. Mai 1979  
Offenlegungstag: 20. November 1980

FIG.1

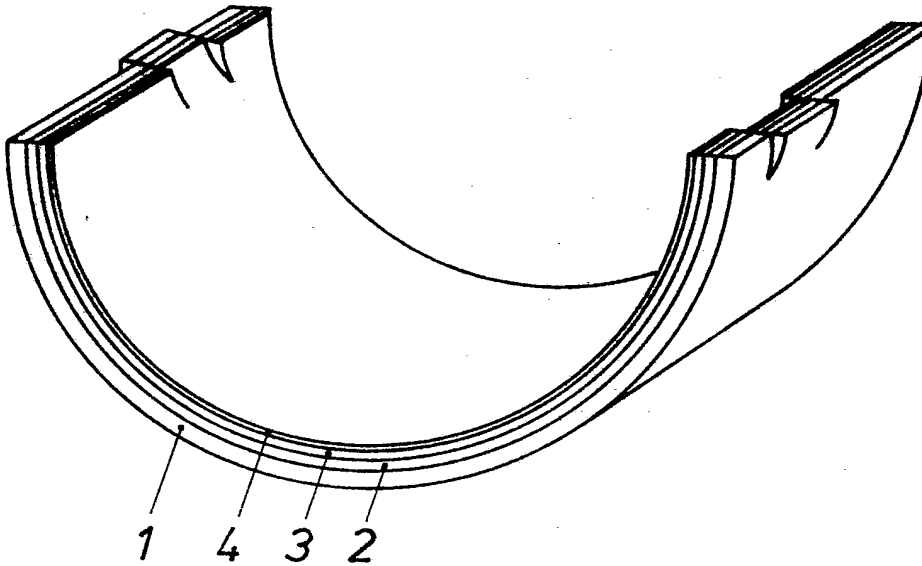
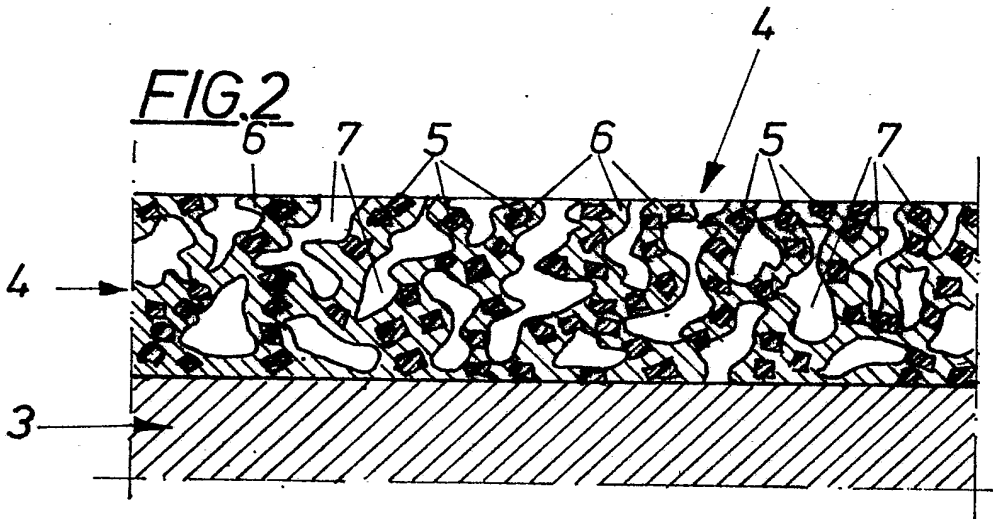


FIG.2



030047/0024